

## Apparatus for detecting remaining charge of battery

**Patent number:** DE10002848  
**Publication date:** 2001-01-25  
**Inventor:** SHIBUTANI ATSUSHI (JP); KAYANO MORIO (JP); MURAKAMI HIROSHI (JP)  
**Applicant:** HONDA MOTOR CO LTD (JP)  
**Classification:**  
 - **international:** G01R31/36; H02J7/00  
 - **European:** G01R31/36M1; G01R31/36V1C; H02J7/00M10C2  
**Application number:** DE20001002848 20000124  
**Priority number(s):** JP19990017680 19990126

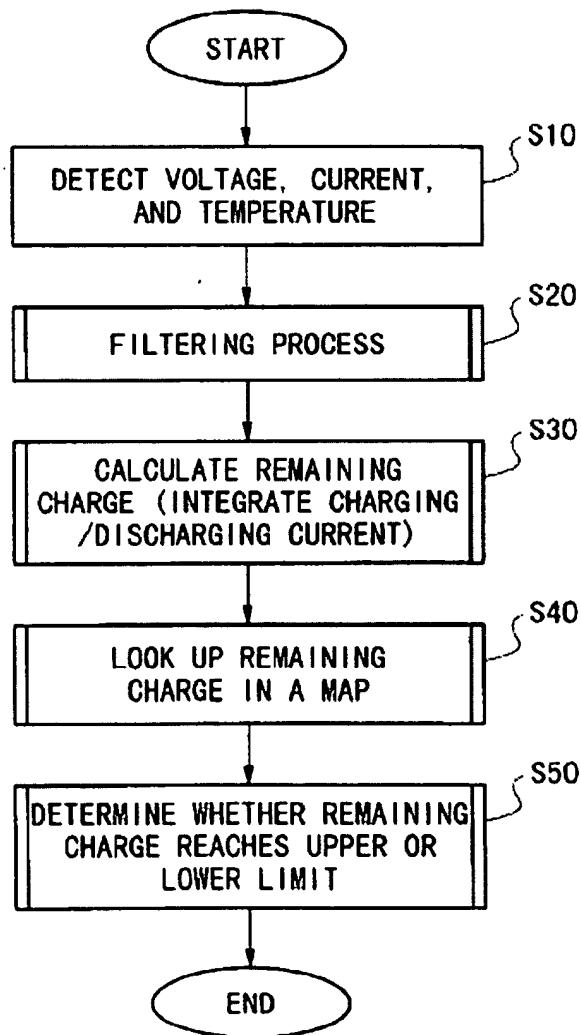
**Also published as:**  
 US6252377 (B1)  
 JP2000217261 (A)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for DE10002848

Abstract of corresponding document: **US6252377**

The apparatus for detecting remaining charge of a battery, according to the present invention, comprises: current detector for detecting output electric current from and regenerative electric current to the battery; voltage detector for detecting a voltage output from the battery; low-pass filter for filtering the results of detection by the current detector and the voltage detector; time constant changer for changing the time constant of the low-pass filter; integrator for calculating the remaining charge in the battery by integrating the result of detection by the current detector; threshold voltage calculator for calculating a threshold voltage value corresponding to a specified value of the remaining charge, based on the electric current value filtered by the filter; comparator for comparing the threshold voltage value, calculated by the threshold voltage calculator, with the voltage value filtered by the filter; and resetter for resetting the remaining charge to the specified value when the filtered voltage value exceeds the threshold voltage value.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**Best Available Copy**



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 100 02 848 A 1

⑯ Int. Cl. 7:  
G 01 R 31/36  
H 02 J 7/00

DE 100 02 848 A 1

⑯ Aktenzeichen: 100 02 848.9  
⑯ Anmeldetag: 24. 1. 2000  
⑯ Offenlegungstag: 25. 1. 2001

⑯ Unionspriorität:  
P 11-017680 26. 01. 1999 JP  
⑯ Anmelder:  
Honda Giken Kogyo K.K., Tokio/Tokyo, JP  
⑯ Vertreter:  
Weickmann & Weickmann, 81679 München

⑯ Erfinder:  
Shibutani, Atsushi, Wako, Saitama, JP; Kayano, Morio, Wako, Saitama, JP; Murakami, Hiroshi, Wako, Saitama, JP

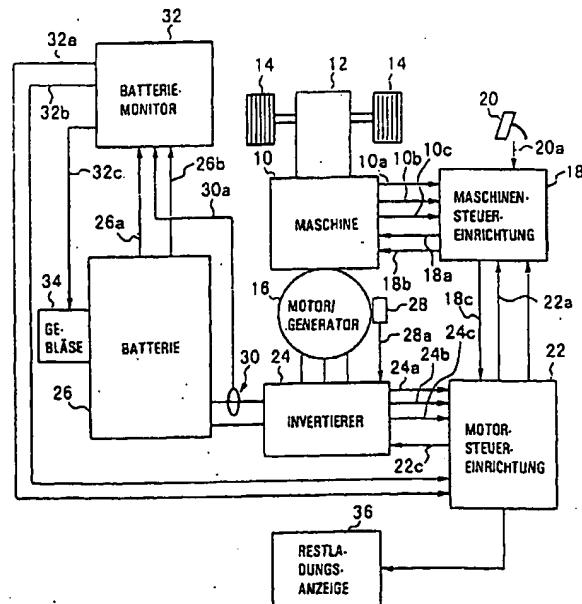
DE 100 02 848 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Vorrichtung zum Erfassen der Restladung einer Batterie

⑯ Eine Vorrichtung zum Erfassen der Restladung einer Batterie umfasst: einen Stromdetektor 40 zum Erfassen einer elektrischen Stromausgabe von der Batterie und eines elektrischen Ladestroms zu der Batterie; einen Spannungsdetektor 44 zum Erfassen einer Ausgangsspannung von der Batterie; einen Tiefpassfilter 46, 48, 50 zum Filtern der Ergebnisse der Erfassung durch den Stromdetektor und den Spannungsdetektor; einen Zeitkonstantenänderer 52 zum Ändern der Zeitkonstante des Tiefpassfilters; einen Integrator 54 zum Berechnen der Restladung der Batterie durch Integrieren des Ergebnisses der Erfassung durch den Stromdetektor; einen Schwellenwertrechner 56 zum Berechnen eines Schwellenspannungswerts entsprechend einem spezifischen Wert der Restladung auf der Basis des von dem Filter gefilterten elektrischen Stromwerts; einen Komparator 58 zum Vergleichen des vom Schwellenspannungsrechner berechneten Schwellenspannungswerts vom Schwellenspannungsrechner mit dem vom Filter 50 gefilterten Spannungswert; und einen Rücksetzer 60 zum Rücksetzen der Restladung auf den spezifischen Wert, wenn der gefilterte Spannungswert den Schwellenspannungswert überschreitet.



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Erfassen der Restladung einer Batterie und insbesondere eine solche Vorrichtung für ein Fahrzeug.

In den letzten Jahren wurden Elektrofahrzeuge und Hybridfahrzeuge entwickelt, um die Abgabe von Kohlendioxid im Hinblick auf den globalen Erwärmungseffekt zu reduzieren. Diese Fahrzeuge haben einen Motor, der keinerlei Gas abgibt, sowie eine Batterie für die Zufuhr elektrischer Energie.

Das Elektrofahrzeug wird von dem Motor kontinuierlich angetrieben. Das Hybridfahrzeug benutzt den Motor zur Unterstützung einer Brennkraftmaschine und wird häufig nur durch den Motor angetrieben.

Wichtig ist eine genaue Erfassung der Restladung in der Batterie, welche das Fahrzeug mit Energie versorgt, um zu bestimmen, ob das Aufladen beginnen soll oder nicht, und zum Erfassen der verfügbaren Restzeit und der Nutzzeit der Batterie.

Ein herkömmliches Verfahren erfasst die Restladung in der Batterie durch Zeitintegration eines Ladestroms zu der Batterie und eines Entladestroms von der Batterie zu dem Motor. Die Restladung entspricht grundlegend der in der Batterie gespeicherten Gesamtladung. Die Gesamtheit der zugeführten und abgegebenen elektrischen Ladung kann durch die Zeitintegration des Stromwerts berechnet werden (der Ladestrom ist positiv, und der Entladestrom ist negativ). Die Details dieses Verfahrens gehen aus der japanischen Patent-Offenlegungsschrift Nr. Hei 63-208773 hervor.

Es ist bekannt, dass während der Endstufe des Ladens (wenn die Restladung ausreicht) oder während der Endstufe des Entladens (wenn die Restladung nicht ausreicht) die Änderungsrate in der Ausgangsspannung von der Batterie in Bezug auf die Restladung stark variiert. Der Grund hierfür ist, dass der Innenwiderstand in Abhängigkeit von der Restladung variiert.

Eine der Techniken, die diese Eigenschaften berücksichtigt, korrigiert die Restladung in Abhängigkeit von der Ausgangsspannung von der Batterie, wenn das Änderungsverhältnis der Ausgangsspannung in Bezug auf die Restladung signifikant variiert (am Ende des Ladens oder Entladens).

Während der Zwischenperiode zwischen der Endstufe des Ladens und der Endstufe des Entladens wird die Stromausgabe von der Batterie zeitintegriert, so dass die Restladung erhalten werden kann. Wenn die Änderungsrate der Ausgangsspannung zunimmt, kommt es beim Eintritt in die Endstufe des Ladens oder Entladens zu Wendepunkten. Dann wird auf der Basis der Ausgangsspannung die durch Zeitintegration des elektrischen Stroms erhaltene Restladung korrigiert, um hierdurch die genaue Restladung zu erhalten. Diese Technik ist in den japanischen Patent-Offenlegungsschriften Nr. Hc 6-342044 und Hc 5-87896 beschrieben.

Fig. 9 zeigt die Änderung der Ausgangsspannung der Batterie. In dieser Figur stellt die horizontale Achse die Restladung dar, während die Vertikalachse die Ausgangsspannung der Batterie darstellt.

Wenn, wie in Fig. 9 gezeigt, die Restladung zwischen der Endstufe des Entladens (die Restladung liegt unter 20%) und der Endstufe des Ladens (die Restladung beträgt 80%) liegt, ändert sich die Ausgangsspannung bei abnehmender Restladung mit einer relativ geringen Änderungsrate, die mit der Kurve R1 angegeben ist. Weil das Hybridfahrzeug das Laden und Entladen der Batterie wiederholt, variiert die tatsächliche Spannung gemäß der Linie R2. Dieser geringe Betrag der Änderungsrate bedeutet, dass der Durchschnittswert gering ist, weil die Änderungsrate wenig variiert.

Wenn die Restladung in die Endstufe des Ladens eintritt (die Restladung übersteigt 80%), nimmt die Änderungsrate der Ausgangsspannung zu. Beim Eintritt in die Endstufe des Entladens (die Restladung fällt unter 20%), nimmt die Änderungsrate ähnlich zu. Daher variiert die Ausgangsspannung von der Batterie in Abhängigkeit von der Restladung, und variiert insbesondere signifikant während den Endstufen des Ladens und Entladens.

Allgemein unterliegt ein herkömmlicher elektrischer Stromdetektor notwendigerweise einem Fehler. Wenn der elektrische Strom momentweise gemessen wird, kann der Fehler zulässig sein. Jedoch werden bei der Zeitintegration des elektrischen Stroms die Fehler ebenfalls integriert, so dass die Diskrepanz im Zeitverlauf zunimmt. Diese Diskrepanz ist bei der Zeitintegration nicht zulässig, weil sie die Erfassungsgenauigkeit reduziert.

Bei der oben erwähnten Technik, welche die Genauigkeit der Erfassung der Restladung verbessert, erhält man das Kennfeld zur Korrektur der Batterierestladung auf der Basis

20 der Messung in einem Dauerzustand. Im Übergangszustand (in dem die Batterie wiederholt geladen und entladen wird, so dass der elektrische Strom variiert), unterscheiden sich daher die gemessenen Werte von jenen im Dauerzustand, und die Genauigkeit bei der Erfassung der Restladung 25 nimmt aufgrund der Ansprechverzögerung von der Batterie ab. Das heißt, auch wenn die elektrische Stromausgabe von der Batterie und der regenerative elektrische Strom variiieren, kann daher die Spannung von der Batterie nicht sofort stabil werden (d. h. kann nicht sofort den Wert vom Dauerzustand einnehmen), und der Erhalt eines stabilen Werts ist 30 um eine vorbestimmte Zeit verzögert. Daher kommt es bei der Erfassung der Restladung auf der Basis des momentan gemessenen Spannungs- und Stromwerts zu einem Erfassungsfehler.

35 Insbesondere unterscheiden sich die in dem Elektrofahrzeug und dem Hybridfahrzeug verwendeten Batterien von jenen in elektronischen Vorrichtungen darin, dass die Batterie häufig wiederholt geladen und entladen wird, wodurch die Genauigkeit bei der Erfassung der Restladung sinkt.

40 Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Vorrichtung zur genauen Bestimmung der Restladung in einer Batterie anzugeben.

Zur Lösung der Aufgabe wird eine Vorrichtung zum Erfassen der Restladung einer Batterie vorgeschlagen, umfassend:

45 einen Stromdetektor zum Erfassen einer elektrischen Stromausgabe von der Batterie und eines regenerativen elektrischen Stroms zu der Batterie; einen Spannungsdetektor zum Erfassen einer Ausgangsspannung von der Batterie; einen Tiefpassfilter zum Filtern der Ergebnisse der Erfassung durch den Stromdetektor und den Spannungsdetektor; einen Zeitkonstantenänderer zum Ändern der Zeitkonstante des Tiefpassfilters; einen Integrator zum Berechnen der Restladung der Batterie durch Integrieren des Ergebnisses der Erfassung durch den Stromdetektor; einen Schwellenwertrechner zum Berechnen eines Schwellenspannungswerts entsprechend einem spezifischen Wert der Restladung

50 auf der Basis des von dem Filter gefilterten elektrischen Stromwerts; einen Komparator zum Vergleichen des vom Schwellenspannungrechner berechneten Schwellenspannungswerts mit dem vom Filter gefilterten Spannungswert; und einen Rücksetzer zum Setzen der Restladung auf den spezifischen Wert, wenn der gefilterte Spannungswert den Schwellenspannungswert überschreitet.

55 Bevorzugt senkt der Zeitkonstantenänderer die Zeitkonstante, wenn der elektrische Strom stark ist. Ferner kann eine Mehrzahl von Tiefpassfiltern mit unterschiedlichen Zeitkonstanten elektrische Ströme ausgeben, und der Zeitkonstantenänderer wählt einen der elektrischen Ströme. Be-

60

vorzugt multipliziert der Integrator den erfassten Stromwert mit einer Ladeeffizienz, die das Verhältnis eines in die Batterie fließenden elektrischen Stroms zu einer momentan in der Batterie gespeicherten Ladung ist.

Bevorzugt sucht der Integrator die Ladeeffizienz in einem Kennfeld auf der Basis der Temperatur der Batterie und einer Restladung. Bevorzugt sucht der Schwellenspannungsrechner den Schwellenspannungswert in einem Kennfeld auf der Basis der Temperatur der Batterie und eines elektrischen Lade- oder Entladestroms. Bevorzugt berechnet der Schwellenspannungsrechner eine obere Schwellenspannung gemäß einer Obergrenze der Restladung als dem spezifischen Wert und eine unteren Schwellenspannung entsprechend einer Untergrenze der Restladung als der spezifische Wert. Bevorzugt wiederholt der Komparator den Vergleich des Schwellenspannungswerts mit dem gefilterten Spannungswert, und der Rücksetzer setzt die Restladung auf den spezifischen Wert, wenn die Wiederholung eine vorbestimmte Anzahl erreicht hat.

Weil der Schwellenspannungswert aus dem gefilterten Stromwert berechnet wird, und der Spannungswert, der mit dem Schwellenspannungswert zu vergleichen ist, ebenfalls gefiltert wird, kann die Restladung in der Batterie genau auf einen spezifischen Wert gesetzt werden, um hierdurch etwaige Fehler bei der Integration zu beseitigen. Auch im Übergangszustand, in dem die Batterie häufig verwendet wird, kann daher die Restladung genau bestimmt werden.

Wenn ferner der elektrische Strom (Antriebstrom oder regenerativer Strom) stark ist, ändert sich die Restladung schnell, wenn der Lade/Entladestrom zunimmt. Bei der herkömmlichen Technik kann, wenn die Zeitkonstante des Filters hoch ist, das Laden oder Entladen weitergehen, nachdem die Ausgabe von dem Filter stabil geworden ist. Infolgedessen kann die Restladung 80% überschreiten oder kann unter 20% fallen. Weil bei der Erfindung der Zeitkonstantenänderer die Zeitkonstante sinkt (den Filtereffekt reduziert), um einen Annäherungswert der Erfassung durch den Stromdetektor zu verwenden, wenn der elektrische Strom stark ist, kann die Genauigkeit bei der Berechnung des Schwellenspannungswerts verbessert werden.

Die Erfindung wird nun anhand von Ausführungsbeispielen unter Hinweis auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockdiagramm der Gesamtstruktur des Fahrzeugs mit der Vorrichtung zum Erfassen der Restladung;

Fig. 2 ein Blockdiagramm der Struktur der Vorrichtung zum Erfassen der Restladung;

Fig. 3A und 3B Kennfelder zum Korrigieren der Restladung der Batterie zu Beginn der Endstufe des Ladens (wenn die Restladung 80% beträgt) sowie zu Beginn der Endstufe des Entladens (wenn die Restkapazität 20% beträgt), auf der Basis der Temperatur der Batterie, des elektrischen Ausgangstrom der Batterie sowie der Ausgangsspannung der Batterie;

Fig. 4 ein Flussdiagramm der Hauptroutine vom Betrieb der Vorrichtung zum Erfassen der Restkapazität;

Fig. 5 ein Flussdiagramm eines Filterprozesses;

Fig. 6 ein Flussdiagramm für die Berechnung der Restladung;

Fig. 7 ein Flussdiagramm für das Suchen der Grenzspannung in dem Kennfeld;

Fig. 8 ein Flussdiagramm für die Bestimmung, ob die Restladung die Ober- oder Untergrenze erreicht; und

Fig. 9 ein Diagramm eines Beispiels der Änderung der Ausgangsspannung aus der Batterie.

Fig. 1 ist ein Blockdiagramm mit Darstellung der Gesamtstruktur eines Fahrzeugs mit einem Restladungsdetektor, in dieser Ausführung an einem Hybridfahrzeug.

In Fig. 1 bezeichnet die Bezugszahl 10 eine Brennkraftmaschine, von der eine Antriebskraft über ein Getriebe 12 auf Räder 14 übertragen wird. Ein Motor/Generator 16, der durch einen Dreiphasen-Wechselstrom angetrieben wird, ist parallel zu der Maschine 10 vorgesehen. Die Drehwelle des Motor/Generators 16 ist direkt mit der Drehwelle der Maschine 10 verbunden. Wenn die Maschine 10 gestoppt wird, wird die Antriebskraft von dem Motor/Generator 16 über das Getriebe 12 auf die Räder 14 übertragen. Wenn die Maschine 10 läuft, dreht die Maschine den Motor/Generator 16, welcher hierdurch als Generator arbeitet.

Die Bezugszahl 18 bezeichnet eine Maschinensteuereinrichtung, die von der Maschine 10 über Signalleitungen 10a, 10b und 10c Signale erhält, welche die Maschinendrehzahl 15 Ne, einen Luftfeinlassleitungsdruck Pb sowie eine Wassertemperatur Tw angeben, und die durch eine Signalleitung 20a ein Signal erhält, welches den Niederdrück- oder Neigungswinkel eines Gaspedals 20 angibt. Auf der Basis dieser Signale berechnet die Maschinensteuereinrichtung 18 20 die zuzuführende Kraftstoffmenge sowie einen Zündzeitpunkt, und gibt über Signalleitungen 18a und 18b Signale zur Steuerung der Kraftstoffmenge und des Zündzeitpunkts aus.

Ferner steuert die Maschinensteuereinrichtung 18 den Betrieb des Motor/Generators 16. Die Maschinensteuereinrichtung 18 ist mit einer Motorsteuereinrichtung 22 durch Signalleitungen 18c und 22a verbunden. Die Maschinensteuereinrichtung 18 gibt durch diese Signalleitung 18c ein Steuersignal an die Motorsteuereinrichtung 22 aus, um die 30 Ausgangskraft des Motor/Generators 16 zu regulieren. Die Motorsteuereinrichtung 22 gibt durch die Signalleitung 22a die Restladung der Batterie 26 an die Maschinensteuereinrichtung 18 aus. Die Maschinensteuereinrichtung 18 berechnet die Antriebskraft oder die regenerative Kraft durch den 35 Motor/Generator 16 auf der Basis der Restladung der Batterie 26 und des Antriebszustands der Maschine 10 (z. B. Niederdrücken des Gaspedals oder Maschinendrehzahl), und schickt das Ergebnis durch die Signalleitung 18c zu der Motorsteuereinrichtung 22.

40 Die Bezugszahl 24 bezeichnet einen mit der Batterie 26 verbundenen Inverter. Auf der Basis eines von der Motorsteuereinrichtung 22 durch eine Signalleitung 22c zugeführten Steuersignals wandelt der Inverter 24 die elektrische Energie von der Batterie 26 in einen Dreiphasen-Wechselstrom mit vorbestimmtem Wert, und führt diesen dem Motor/Generator 16 zu. Der Motor/Generator 16 besitzt einen Winkeldetektor 28, und der erfasste Winkel wird durch eine Signalleitung 28a dem Inverter 24 zugeführt. Der Winkeldetektor 28 ist an der Drehwelle des Motor/Generators 50 16 angebracht, um den Drehwinkel der Welle zu erfassen. Der erfasste Winkel wird von dem Inverter 24 durch eine Signalleitung 24a zu der Motorsteuereinrichtung 22 geschickt.

Der Inverter 24 erfasst einen Phasenstrom und alle elektrischen Ströme, die durch den Motor/Generator 16 fließen, und gibt die erfassten elektrischen Ströme durch die Signalleitungen 24b und 24c an die Motorsteuereinrichtung 22 aus. Damit der Motor, der durch das Steuersignal von der Maschinensteuereinrichtung 18 durch die Signalleitung 18c 55 reguliert wird, die Ausgangsleistung erzeugt, berechnet die Motorsteuereinrichtung 22 die dem Motor/Generator 16 zuzuführende elektrische Energie auf der Basis des Drehwinkels, des Phasenstroms und aller elektrischen Ströme, die von dem Inverter 24 durch die Signalleitungen 24a, 24b und 24c eingegeben werden, und gibt das Ergebnis durch die Signalleitung 22c als Steuersignal aus.

Zwischen der Batterie 26 und dem Inverter 24 ist ein Stromdetektor 30 zum Erfassen der Stromausgabe von der

Batterie 26 vorgesehen, und der erfasste Wert wird durch eine Signalleitung 30a an einen Batteriemonitor 32 ausgegeben.

Die Batterie 26 umfasst zehn scharf geschaltete Teilbatterien, und jede Teilbatterie besitzt einen Spannungsdetektor und einen Temperaturdetektor (nicht gezeigt), von denen die erfasste Spannung die erfassene Temperatur durch Signalleitungen 26a und 26b an den Batteriemonitor 32 ausgegeben werden.

Der Batteriemonitor 32 überwacht den Zustand der Batterie 26, z. B. die Restladung und die Temperatur, gibt die Restladung der Batterie 26 durch die Signalleitung 32a sowie die Spannung, die von der Batterie 26 ausgegeben wird, durch eine Signalleitung 32b an die Motorsteuereinrichtung 22 aus.

Auf der Basis der durch die Signalleitung 26b eingegebenen Temperatur der Teilbatterien steuert der Batteriemonitor 32 ferner die Temperatur der Batterie 26 durch Ausgabe eines Antriebssteuersignals zum Steuern eines Gebläses 34 durch eine Signalleitung 32c.

Die Bezugszahl 36 bezeichnet eine Restladungsanzeige zum Anzeigen der Restladung der Batterie 26, die beispielsweise an einem Instrumentenbrett beim Fahrersitz angebracht ist, um dem Fahrer die Restladung anzuzeigen.

Nachfolgend wird der Gesamtbetrieb des Fahrzugs mit dem Detektor für die Batterierestladung erläutert.

Zunächst wird der Betrieb beschrieben, wenn das Fahrzeug durch die Maschine 10 angetrieben wird.

Wenn der Fahrer das Gaspedal 20 niederdrückt, wird das Signal, welches den Betätigungsinkel des Gaspedals 20 anzeigt, durch die Signalleitung 20a der Maschinensteuereinrichtung 18 zugeführt. Bei Empfang des Signals gibt die Maschinensteuereinrichtung 18 durch die Signalleitung 18a an die Maschine 10 das Signal aus, welches die der Maschine zugeführte Kraftstoffmenge steuert, und gibt gleichzeitig durch die Signalleitung 18b an die Maschine 10 das Signal aus, welches den Zündzeitpunkt steuert.

Auf der Basis dieser Signale spritzt die Maschine 10 eine bestimmte Kraftstoffmenge in die Zylinder ein und zündet das Gas darin mit einer bestimmten Zeitgebung. Die Antriebskraft von der Maschine 10 wird über das Getriebe 12 auf die Räder 14 übertragen, um das Fahrzeug anzutreiben. Wenn das Fahrzeug durch die Maschine 10 angetrieben wird, werden von der Maschine 10 durch die Signalleitungen 10a, 10b und 10c an die Maschinensteuereinrichtung 18 Signale ausgegeben, welche die Maschinendrehzahl, den Lufteinlassdruck sowie die Wassertemperatur anzeigen. Auf der Basis dieser Signale sowie des Signals, welches den Betätigungsinkel des Gaspedals 20 anzeigt, gibt die Maschinensteuereinrichtung 18 durch die Signalleitungen 18a und 18b das Steuersignal an die Maschine 10 aus.

Weil, wie oben beschrieben, die Drehwelle der Maschine 10 direkt mit der Drehwelle des Motor/Generators 16 verbunden ist, erzeugt der Motor/Generator 16 durch Drehung der Maschine 10 elektrische Energie. Die elektrische Energie von dem Motor/Generator 16 wird über den Inverter 24 der Batterie 26 zugeführt, um hierdurch die Batterie 26 zu laden.

Während die Batterie 26 geladen wird, erfasst der Stromdetektor 30 den von dem Inverter 24 zur Batterie 26 fließenden Strom und gibt durch die Signalleitung 30a an den Batteriemonitor 32 den erfassten Stromwert aus.

Nachfolgend wird der Betrieb erläutert, wenn der Motor/Generator 16 das Fahrzeug antreibt.

Wenn der Fahrer das Gaspedal 20 niederdrückt, wird das Signal, welches den Betätigungsinkel des Gaspedals 20 anzeigt, durch die Signalleitung 20a der Maschinensteuereinrichtung 18 zugeführt. Bei Empfang des Signals  $\theta_m$  gibt

die Maschinensteuereinrichtung 18 durch die Signalleitung 18c das Steuersignal aus, welches dem Signal  $\theta_m$  für den Betätigungsinkel oder die Neigung des Gaspedals 20 entspricht, wenn die durch die Signalleitung 22a eingegebene Restladung der Batterie 26 gleich oder über einem vorbestimmten Wert liegt.

Auf der Basis des durch die Signalleitung 18c eingegebenen Steuersignals gibt die Motorsteuereinrichtung 22 das Steuersignal durch die Signalleitung 22c an den Inverter 24 aus. Bei Empfang des Steuersignals wandelt der Inverter 24 den von der Batterie 26 zugeführten Strom in den Dreiphasen-Wechselstrom entsprechend dem eingegebenen Steuersignal um und liefert diesen an den Motor/Generator 16. Hierdurch dreht sich der Motor/Generator 16 und dessen Antriebskraft wird über das Getriebe 12 auf das Rad 14 übertragen, so dass das Fahrzeug losfährt.

Nach Beginn der Drehung des Motor/Generators 16 gibt der Winkeldetektor 28 den erfassten Winkel an den Inverter 24 aus, der dann den erfassten Winkel, den Phasenstrom sowie alle Ströme an die Motorsteuereinrichtung 22 ausgibt. Damit der Motor die Ausgangsleistung erzeugt, die durch das Steuersignal von der Maschinensteuereinrichtung 18 durch die Signalleitung 18c reguliert wird, berechnet die Motorsteuereinrichtung 22 die dem Motor/Generator 16 zuführende elektrische Energie auf der Basis der Signale von dem Inverter 24 und gibt das Ergebnis durch die Signalleitung 22c als das Steuersignal aus. Der Inverter 24 wandelt die von der Batterie 26 zugeführte elektrische Energie in den Dreiphasen-Wechselstrom mit einem dem Steuersignal entsprechenden Wert und führt diesen dem Motor/Generator 16 zu.

Wenn das Fahrzeug durch die Maschine 10 oder den Motor/Generator 16 angetrieben wird, werden der vom Stromdetektor 30 erfasste Strom und die von der Batterie 26 ausgegebene Spannung und Temperatur dem Batteriemonitor 32 zugeführt. Auf der Basis dieser Erfassungswerte stellt der Batteriemonitor 32 die Temperatur der Batterie 26 durch Steuerung des Gebläses 34 ein, berechnet die Restladung der Batterie 26 und gibt die berechnete Restladung durch die Signalleitung 32a an die Motorsteuereinrichtung 22 aus. Die an die Motorsteuereinrichtung 22 ausgegebene Restladung wird auch an die Maschinensteuereinrichtung 18 und an die Restladungsanzeige 36 ausgegeben.

Wenn die Restladung der Batterie 26 gering ist, schaltet die Maschinensteuereinrichtung 18 zwangsweise das Fahrzeug auf den Antriebsmodus, der die Maschine 10 benutzt. Auf der Basis der Anzeige durch die Restladungsanzeige 36 kann der Fahrer das Fahrzeug auf den Antriebsmodus schalten, der nur die Maschine 10 benutzt.

Nachfolgend wird der Detektor für die Restladung der Batterie (nachfolgend als Batterierestladungsdetektor bezeichnet) der Erfindung im Detail erläutert.

Fig. 2 ist ein Blockdiagramm des Batterierestladungsdetektors.

Der in Fig. 2 gezeigte Batterierestladungsdetektor ist in dem Batteriemonitor 32 in Fig. 1 vorgesehen. Die Ausführung des Batterierestladungsdetektors erhält man durch einen üblichen Computer mit einer CPU (zentralen Prozessoreinheit), einem RAM (Speicher mit wahlfreiem Zugriff) sowie einem ROM (nur-Lesespicher), die nicht gezeigt sind. Der folgende Prozess wird durch eine CPU ausgeführt, die die Programme aus dem ROM liest und durchführt.

In Fig. 2 bezeichnet die Bezugszahl 40 einen Stromdetektor, der dem Stromdetektor 30 in Fig. 1 entspricht. Die Bezugszahl 42 bezeichnet einen Temperaturdetektor, und 44 bezeichnet einen Spannungsdetektor, welche den oben beschriebenen Temperatur- und Spannungsdetektoren entsprechen. Die Ergebnisse der Erfassung durch den Stromdetek-

tor 40, den Temperaturdetektor 42 und den Spannungsdetektor 44 werden Verzögerungsfilttern erster Ordnung 46, 48 und 50 zugeführt. Die Verzögerungsfiltren erster Ordnung 46, 48 und 50 sind sogenannte Tiefpassfilter. Die den Verzögerungsfilttern erster Ordnung 46, 48 und 50 zugeführten Signale werden durch Abtastung und Quantifizierung der Werte digitalisiert, die vom Stromdetektor 40, dem Temperaturdetektor 42 und dem Spannungsdetektor 44 erfasst sind. Der Verzögerungsfiltren erster Ordnung 48 für den Temperaturdetektor 42 beseitigt Rauschen (elektrisches Rauschen) von dem erfassten Wert und hat keinen Einfluss auf die Ansprechcharakteristik der Batterie 26. Daher kann der Verzögerungsfiltren erster Ordnung 48 auch weggelassen werden.

Die einfachste Struktur für den Tiefpassfilter unter Verwendung einer elektrischen Schaltung umfasst einen Kondensator und einen Widerstand, wohingegen in dieser Ausführung die Verzögerungsfiltren erster Ordnung 46, 48 und 50 durch Software vorgesehen sind. Das heißt, wenn die vorhergehende Ausgabe von dem Verzögerungsfiltren erster Ordnung 46, 48 oder 50  $D_{n-1}$  ist, dann ist die gegenwärtige Ausgabe  $D_n$ , und der gegenwärtig erfasste Wert ist  $D$ , wobei die Funktionen der Verzögerungsfiltren erster Ordnung 46, 48 und 50 durch die folgende Gleichung ausgedrückt sind:

$$D_n = \tau_1 D_{n-1} + \tau_2 D,$$

wobei  $\tau_1$  und  $\tau_2$  Variablen zur Bestimmung einer Zeitkonstanten der Verzögerungsfiltren erster Ordnung 46, 48 oder 50 sind. Die Beziehung zwischen den Variablen ist  $\tau_1 + \tau_2 = 1$ . Gemäß den Charakteristiken der Verzögerungsfiltren erster Ordnung 46, 48 und 50 nimmt der Einfluss auf die gegenwärtige Ausgabe  $D_n$ , die durch den gegenwärtig erfassten Wert  $D$  angegeben wird, zu, wenn die Variable  $\tau_2$  größer wird. Wenn hingegen die Variable  $\tau_2$  kleiner wird, nimmt der Einfluss auf die gegenwärtige Ausgabe  $D_n$ , die durch den gegenwärtig erfassten Wert  $D$  angegeben wird, ab.

Demzufolge wird, wenn die Variable  $\tau_2$  größer wird, die Variable des Verzögerungsfiltren erster Ordnung 46, 48 oder 50 kleiner, während, wenn die Variable  $\tau_2$  kleiner wird, die Variable des Verzögerungsfiltren erster Ordnung 46, 48 oder 50 größer wird. Anders gesagt, wenn die Variable  $\tau_1$  größer wird, wird die Variable des Verzögerungsfiltren erster Ordnung 46, 48 oder 50 größer, während, wenn die Variable  $\tau_1$  kleiner wird, die Variable des Verzögerungsfiltren erster Ordnung 46, 48 oder 50 kleiner wird.

Beispiele der Variablen  $\tau_1$  und  $\tau_2$  sind in der folgenden Gleichung dargestellt:

$$D_n = 0,95 D_{n-1} + 0,05 D.$$

Zurück zu Fig. 2. Die Bezugszahl 52 bezeichnet einen Zeitkonstantenänderer, der die Zeitkonstanten der Verzögerungsfiltren erster Ordnung 46 und 50 in Abhängigkeit von der Ausgabe des Stromdetektors 40 ändert.

Die Bezugszahl 54 bezeichnet einen Integrator, der das Ergebnis der Erfassung durch den Stromdetektor 40 integriert, den Ausgangsstrom von der Batterie 26 in Fig. 1 und den regenerativen Strom von der Batterie 26 integriert, um hierdurch die Restladung in der Batterie 26 zu berechnen. Die Ladung der Batterie 26 ist nicht immer proportional zu dem in die Batterie 26 fließenden Strom, d. h., die Ladeeffizienz ändert sich in Abhängigkeit von der Temperatur und der Restladung der Batterie 26. Daher ist vorab ein Kennfeld aufgestellt worden, welches die Beziehung zwischen der Temperatur, der Restladung der Batterie 26 sowie der Ladeeffizienz anzeigt. Die Ladeeffizienz  $\eta$  erhält man aus der Temperatur und der Restladung der Batterie 26, und auf der

Basis der Ladeeffizienz  $\eta$  und dem in die Batterie 26 fließenden Strom wird die Restladung der Batterie 26 berechnet.

Die Bezugszahl 56 bezeichnet ein Kennfeld zum Erfassen der Restladung (Schwellenspannungsrechner). Gemäß dem Kennfeld, welches die Beziehung zwischen der Batterietemperatur, dem Batterieausgangsstrom und der Batterieausgangsspannung angibt, wenn die Restladung der Teilbatterien der Batterie 26 einen vorbestimmten Wert erreicht (z. B. 80% oder 20%), werden eine Spannung (obere Grenzspannung, Schwellenspannung) entsprechend der Restladung von 80% sowie eine Spannung (untere Grenzspannung, Schwellenspannung) entsprechend der Restladung von 20% aus der Stromwertausgabe von dem Verzögerungsfiltren erster Ordnung 46 und von der Temperaturausgabe von dem Verzögerungsfiltren erster Ordnung 48 erhalten.

Nachfolgend wird das Kennfeld 56 zum Erfassen der Restladung näher erläutert.

Fig. 3A und 3B sind Diagramme von Kennfeldern zur Berechnung der Anfangspunkte der Endstufe des Ladens (wenn die Restladung 80% beträgt) und der Endstufe des Entladens (wenn die Restladung 20% beträgt). Diese Kennfelder definieren die Beziehung zwischen der Batterietemperatur, dem Batterieausgangsstrom und der Batterieausgangsspannung. Fig. 3A zeigt ein Kennfeld zur Korrektur der Batterierestladung, welches die Beziehung zwischen der Batterietemperatur, der Batterieausgangsspannung und dem Batterieausgangsstrom definiert, wenn die Restladung 80% beträgt. Fig. 3B zeigt das Kennfeld, wenn die Restladung 20% beträgt.

30 In Fig. 3A entspricht die mit  $m_1$  bezeichnete Fläche dem Kennfeld zur Korrektur der Batterierestladung, wenn die Restladung 80% beträgt, während die mit  $m_2$  bezeichnete Fläche dem Kennfeld zur Korrektur der Batterierestladung entspricht, wenn die Restladung 20% beträgt. Wenn die Batterierestladung nicht von Änderungen des elektrischen Stroms und der Temperatur abhängig ist, wird angenommen, dass die Korrekturkennfelder  $m_1$  und  $m_2$  flach sind. Weil, wie in den Fig. 3A und 3B gezeigt, die Korrekturkennfelder  $m_1$  und  $m_2$  nicht flach sind, ist die Batterierestladung 40 klar von der Batterietemperatur, der Stromausgabe und der Ausgangsspannung abhängig.

Zur Messung der Restladung auf der Basis der Batterieausgangsspannung, der Batterietemperatur und des Batterieausgangsstroms werden diese zunächst gemessen. Dann wird aus der gemessenen Temperatur und der Ausgangsspannung die der Restladung von 80% oder 20% entsprechende tatsächliche Ausgangsspannung berechnet. Die Ausgangsspannung (obere Grenzspannung) entsprechend der Restladung von 80% wird aus dem Korrekturkennfeld  $m_1$  in Fig. 3A erhalten, und die Ausgangsspannung (untere Grenzspannung) entsprechend der Restladung von 20% wird aus dem Korrekturkennfeld  $m_2$  in Fig. 3B erhalten. Die gemessene Ausgangsspannung von der Batterie wird mit der oberen oder unteren Grenzspannung verglichen. Wenn die Batterieausgangsspannung über der oberen Grenzspannung liegt, wird gewertet, dass die Batterie in der Endstufe des Ladens ist, während, wenn sie unter der unteren Grenzspannung liegt, wird gewertet, dass die Batterie in der Endstufe des Entladens ist.

60 Die Batterie 26 umfasst gemäß Fig. 1 zehn Teilbatterien, und jede Teilbatterie besitzt einen Spannungsdetektor. Wenn zumindest eine der Ausgaben von den Teilbatterien über der oberen Grenzspannung liegt, wird in dieser Ausführung gewertet, dass die Batterierestladung 80% beträgt. Wenn zumindest eine der Ausgaben der Teilbatterien unter der unteren Grenzspannung liegt, wird gewertet, dass die Batterierestladung 20% beträgt.

Ein Komparator 58 vergleicht die Spannung, die Ausgabe

von dem Verzögerungsfilter erster Ordnung 50, mit der aus dem Kennfeld 56 erhaltenen oberen oder unteren Grenzspannung zum Erfassen der Restladung, und bestimmt, ob die Ausgangsspannung über der oberen Grenzspannung liegt oder unter der unteren Grenzspannung. Der Komparator 58 gibt das Ergebnis aus, wenn die Ausgangsspannung über der oberen Grenzspannung oder unter der unteren Grenzspannung ist.

Ein Rücksetzer 60 setzt den Wert von dem Integrator 54 in Abhängigkeit von der Ausgabe von dem Komparator 58 zurück.

Das heißt, der Rücksetzer 60 setzt den Ausgabewert von dem Integrator 54 zurück, wenn der Komparator 58 das Signal ausgibt, welches anzeigt, dass die gegenwärtige Spannung gleich der Spannung ist, die der Restladung von 80% entspricht, um die gegenwärtige Restladung Z der Batterie 26 auf 80% zu setzen. Ähnlich setzt der Rücksetzer 60 den Ausgabewert von dem Integrator 54 zurück, wenn der Komparator 58 das Signal ausgibt, welches anzeigt, dass die gegenwärtige Spannung gleich der Spannung ist, die der Restladung von 20% entspricht, um die gegenwärtige Restladung Z der Batterie 26 auf 20% zu setzen. Wenn der Komparator 58 das Signal ausgibt, welches anzeigt, dass die gegenwärtige Spannung zwischen den Spannungen liegt, die der Restladung von 80% und 20% entsprechen, wird der Ausgabewert von dem Integrator 54 als die Restladung Z gesetzt.

Nachfolgend wird der Betrieb des Batterierestladungsdetektors anhand der Fig. 4 bis 8 erläutert.

Fig. 4 ist ein Flussdiagramm der Hauptroutine vom Betrieb des Batterierestladungsdetektors.

Die Schritte in dem Flussdiagramm werden mit einem vorbestimmten Intervall ausgeführt. Das Intervall zwischen den Schritten wird nachfolgend erläutert.

Wenn der Fahrer das in Fig. 1 gezeigte Fahrzeug startet, beginnt auch der Batterierestladungsdetektor zu arbeiten.

Nach dem Start des Batterierestladungsdetektors erfass der Stromdetektor 40 den elektrischen Stromfluss zwischen der Batterie 26 und dem Inverter 24, der Temperaturdetektor 42 erfass die Temperatur der Teilbatterie der Batterie 26, und der Spannungsdetektor 44 erfass die Ausgangsspannung von der Teilbatterie (Schritt S10). Dieser Schritt wird mit einem Intervall von 10 msec wiederholt. Daher werden die erfassten Werte mit einem Intervall von 10 msec abgetastet. Weil diese Ausführung zehn Teilbatterien enthält, gibt es zehn Signalpaare der Spannungen von den Teilbatterien und der Temperaturen der Teilbatterien.

Der von dem Stromdetektor 40 erfassene elektrische Stromwert wird dem Integrator 54, dem Zeitkonstantenänderer 52 und dem Verzögerungsfilter erster Ordnung 46 zugeführt. Der Integrator 54 integriert den elektrischen Eingangsstrom. Da der vom Integrator 54 bereitgestellte integrierte elektrische Strom der gesamten elektrischen Ladung entspricht, die in die Batterie 26 geladen und von dieser entladen wird, erhält man die Restladung aus dem integrierten Wert.

Der vom Stromdetektor 40 erfassene elektrische Strom wird dem Verzögerungsfilter 46 erster Ordnung zugeführt, und wird gleichzeitig dem Zeitkonstantenänderer 52 zugeführt, in dem der Filterprozess ausgeführt wird. Ähnlich führen die Verzögerungsfilter erster Ordnung 48 und 50 die Filterprozesse durch (Schritt S20). Diese Prozesse werden mit einem Intervall von 10 msec wiederholt.

Nachfolgend wird der Filterprozess in Schritt S20 erläutert.

Fig. 5 ist ein Flussdiagramm des Filterprozesses. Fig. 5 zeigt den Filterprozess in dem Verzögerungsfilter erster Ordnung 46. Ähnliche Prozesse finden in den Verzögerungsfiltern erster Ordnung 48 und 50 statt.

Sobald der Filterprozess begonnen hat, wird der Filterprozess durch einen ersten Filter LPF<sub>1</sub> ausgeführt (Zeitkonstante: 1 sec) (Schritt S200). Der von dem ersten Filter LPF<sub>1</sub> erhaltene elektrische Stromwert wird mit I<sub>LPF1</sub> bezeichnet. Dann wird der elektrische Stromwert (elektrischer Strombereich) gemessen (Schritt S202). Dieser Prozess ist erforderlich, um die Zeitkonstante von dem erfassten elektrischen Stromwert richtig zu setzen. Wenn in Schritt S202 der erfasste elektrische Stromwert in dem Bereich von -30 bis 0 A liegt, geht der Ablauf zu Schritt S204 weiter. In Schritt S204 geht der Filterprozess mit einem zweiten Filter (Zeitkonstante: 20 sec) weiter. Der von dem Filterprozess des zweiten Filters LPF<sub>2</sub> erhaltene elektrische Stromwert wird mit I<sub>LPF2</sub> bezeichnet. Wie oben beschrieben, beträgt die Zeitkonstante für den ersten Filter LPF<sub>1</sub> 1 sec, und die Zeitkonstante für den zweiten und den dritten Filter LPF<sub>2</sub> und LPF<sub>3</sub> beträgt 20 sec.

Wenn in Schritt S202 der elektrische Stromwert in dem Bereich von 0 bis 30 A liegt, wird der Filterprozess unter Verwendung des dritten Filters LPF<sub>3</sub> (Zeitkonstante: 20 sec) ausgeführt (Schritt S206). Der durch den dritten Filter LPF<sub>3</sub> erhaltene elektrische Stromwert wird mit I<sub>LPF3</sub> bezeichnet.

Der zweite Filter LPF<sub>2</sub> wird verwendet, wenn die Batterie 26 geladen wird, und hat eine Zeitkonstante für einen relativ niedrigen elektrischen Stromwert, während der dritte Filter LPF<sub>3</sub> verwendet wird, wenn die Batterie 26 Energie entlädt, und hat die Zeitkonstante für einen relativ niedrigen elektrischen Stromwert.

Obwohl in dieser Ausführung die Zeitkonstanten des zweiten und des dritten Filters LPF<sub>2</sub> und LPF<sub>3</sub> gleich sind, können die Zeitkonstanten auch unterschiedlich sein.

Wenn in den Schritten S204, S206 und S202 der elektrische Strom unter -30 A oder über 30 A liegt, geht der Ablauf zu S208 weiter.

In dem obigen Prozess wird der gefilterte elektrische Strom erhalten. Wenn der elektrische Stromwert innerhalb des Bereichs von -30 bis 30 A liegt, werden die elektrischen Stromwerte I<sub>LPF1</sub> und I<sub>LPF2</sub> oder I<sub>LPF1</sub> und I<sub>LPF3</sub> erhalten. Obwohl gemäß Fig. 2 der Zeitkonstantenänderer 52 die Zeitkonstanten des Verzögerungsfilters erster Ordnung 46 in Abhängigkeit von der elektrischen Stromwertausgabe von dem Stromdetektor 40 ändert, erfolgt in dieser Ausführung der Filterprozess mit dem ersten Filter LPF<sub>1</sub> und entweder dem zweiten Filter LPF<sub>2</sub> oder dem dritten Filter LPF<sub>3</sub>, die unterschiedliche Zeitkonstanten haben, und wählt dann einen der elektrischen Stromwerte I<sub>LPF1</sub>, I<sub>LPF2</sub> und I<sub>LPF3</sub> auf der Basis des elektrischen Stromwerts, um den Prozess zu beschleunigen und die Struktur zu vereinfachen.

Wenn der elektrische Strom unter -30 A oder über 30 A liegt, werden die elektrischen Stromwerte I<sub>LPF2</sub> und I<sub>LPF3</sub> nicht vorgesehen.

Zurück zu Fig. 5. In Schritt 208 wird bestimmt, ob nach Beginn des Filterprozesses eine Sekunde abgelaufen ist. Weil der Schritt S30 und die folgenden Schritte in Fig. 4 mit einem Intervall von 1 sec wiederholt werden, korrigiert Schritt S208 die Zeitgebung. Wenn in Schritt S208 die Bewertung "NEIN" ist, wird Schritt S208 wiederholt. Wenn in Schritt S208 die Bewertung "JA" ist, geht der Ablauf zu Schritt S210 weiter.

In Schritt S210 werden die elektrischen Stromwerte I<sub>LPF1</sub>, I<sub>LPF2</sub> sowie I<sub>LPF3</sub>, die in den Schritten S200, S204 und S206 erhalten worden sind, an Register (nicht gezeigt) ausgegeben. Wenn einer oder beide der elektrischen Stromwerte I<sub>LPF1</sub> und I<sub>LPF2</sub> oder die Stromwerte I<sub>LPF2</sub> und I<sub>LPF3</sub> nicht erhalten werden, wird als der Wert "0" ausgegeben. Hierdurch wird der Filterprozess abgeschlossen.

Nun wird der Prozess (Schritt S30) zum Berechnen der

Restladung erläutert, der in Fig. 4 gezeigt ist. Fig. 6 ist ein Flussdiagramm der Prozedur der Berechnung der Restladung. Dieser Prozess wird durch den in Fig. 2 gezeigten Integrator 54 durchgeführt. Der Prozess von Schritt S30 wird mit einem Intervall von 1 sec wiederholt.

Wenn die Berechnung der Restladung gestartet ist, wird bestimmt, ob der eingegebene elektrische Stromwert negativ ist oder nicht (Schritt S300). Wenn der elektrische Strom negativ ist, fließt der Strom in die Batterie 26. Wenn die Bestimmung "JA" ist, wird die Ladeeffizienz in dem Kennfeld gesucht oder abgefragt (Schritt S302). Durch diesen Prozess wird die Restladung genau berechnet, weil, während das Laden der Batterie nicht immer proportional zu dem in die Batterie 26 fließenden elektrischen Strom ist, die Ladeeffizienz von der Batterietemperatur und der Batterierestladung abhängig ist.

Insbesondere wird die gegenwärtige Ladeeffizienz  $\eta$  in dem Ladeeffizienz-Kennfeld auf der Basis der Temperatur der Teilbatterie, die von dem Temperaturdetektor 42 erfasst wird, und der gegenwärtigen Restladung in der Batterie 26 gesucht bzw. abgefragt. Die Ladeeffizienz  $\eta$  sollte auf den Werten beruhen, die von dem VerzögerungsfILTER erster Ordnung 48 ausgegeben sind, weil diese genauer ist als eine Effizienz auf der Basis der Werte, die direkt von dem Temperaturdetektor 42 ausgegeben werden. Da die Batterie 26 zehn Teilbatterien aufweist, wird die Ladeeffizienz  $\eta$  für jede Teilbatterie berechnet.

Wenn der Prozess zur Berechnung der Ladeeffizienz  $\eta$  abgeschlossen ist, wird der von dem Stromdetektor 40 ausgegebene elektrische Stromwert mit der erhaltenen Ladeeffizienz  $\eta$  multipliziert, und der Absolutwert des Ergebnisses wird zu der gegenwärtigen Restladung addiert (SOC: Ladestand), um hierdurch eine neue Batterierestladung zu erhalten. Dieser Prozess wird für jede der zehn Teilbatterien durchgeführt.

Wenn in Schritt S306 die Bestimmung "NEIN" ist, d. h., wenn der von dem Stromdetektor 40 erfasste elektrische Stromwert positiv ist, geht der Ablauf zu Schritt S306 weiter. Wenn der elektrische Stromwert positiv ist, wird der elektrische Strom von der Batterie 26 abgegeben.

In Schritt S306 wird der elektrische Stromwert, der von dem Stromdetektor 40 erfasst wurde, von der gegenwärtigen Restladung subtrahiert, um eine neue Restladung zu erhalten. Dieser Schritt wird für jede der zehn Teilbatterien durchgeführt.

Wenn Schritt S304 oder S306 abgeschlossen ist, kehrt der Ablauf zu der in Fig. 4 gezeigten Hauptroutine zurück.

Wenn der Prozess zur Berechnung der Restladung in Schritt S40 abgeschlossen ist, wird der Prozess zum Suchen bzw. Abfragen der Grenzspannung für die Restladung in dem Kennfeld ausgeführt (Schritt S40). Diese Abfrage wird mit einem Intervall von 1 sec wiederholt.

Fig. 7 ist ein Flussdiagramm des Prozesses zum Suchen bzw. Abfragen der Grenzspannung in dem Kennfeld. Dieser Prozess wird mit dem Kennfeld 56 zum Erfassen der Restladung in Fig. 2 ausgeführt.

Wenn die Suche bzw. Abfrage gestartet ist, wird bestimmt, ob der elektrische Stromwert  $I_{LPF1}$ , der in Schritt S210 in Fig. 5 ausgegeben wurde und in dem Register gespeichert ist, negativ ist oder nicht (Schritt S400). Das heißt, es wird bestimmt, ob der elektrische Strom in die Batterie 26 fließt oder nicht. Wenn die Bestimmung "JA" ist, geht der Ablauf zu Schritt S402 weiter.

In Schritt S402 wird bestimmt, ob der elektrische Stromwert  $I_{LPF1}$  unter  $-30$  A liegt oder nicht. Wenn die Bestimmung "JA" ist, geht der Ablauf zu Schritt S404 weiter, wo der elektrische Stromwert  $I_{LPF1}$  aus den elektrischen Stromwerten  $I_1$ ,  $I_{LPF2}$  und  $I_{LPF3}$  ausgewählt wird.

Auf der Basis des elektrischen Stromwerts  $I_{LPF1}$  und der Temperaturausgabe von dem VerzögerungsfILTER erster Ordnung 48 wird der Spannungswert (obere Grenzspannung) entsprechend der Restladung von 80% der Teilbatterie aus dem Kennfeld 56 erhalten (Schritt S406). Der erhaltene obere Grenzspannungswert wird in dem nicht gezeigten Register gespeichert, und der Ablauf kehrt zur Hauptroutine von Fig. 4 zurück. Der Prozess in Schritt S406 wird für jede der zehn Teilbatterien durchgeführt.

Wenn in Schritt S402 die Bestimmung "NEIN" ist, geht der Ablauf zu Schritt S408 weiter, und wird der elektrische Stromwert  $I_{LPF2}$  aus den elektrischen Stromwerten  $I_1$ ,  $I_{LPF2}$  und  $I_{LPF3}$  gewählt. Das heißt, weil die Änderung des elektrischen Stromwerts klein ist, wird jener elektrische Stromwert, der durch den Tiefpassfilter  $I_{LPF2}$  mit der kleinen Zeitkonstante berechnet ist, gewählt.

Auf der Basis des elektrischen Stromwerts  $I_{LPF2}$  und der Temperaturausgabe von dem VerzögerungsfILTER erster Ordnung 48 wird der Spannungswert (obere Grenzspannung) entsprechend der Restladung von 80% der Teilbatterie aus dem Kennfeld 56 erhalten (Schritt S410). Der erhaltene obere Grenzspannungswert wird in dem nicht gezeigten Register gespeichert, und der Ablauf kehrt zur Hauptroutine von Fig. 4 zurück. Der Prozess in Schritt S410 wird für jede der zehn Teilbatterien durchgeführt.

Wenn in Schritt S400 die Bestimmung "NEIN" ist, das heißt, wenn der in dem Register gespeicherte Stromwert  $I_{LPF1}$  positiv ist und die Batterie 26 elektrischen Strom entlädt, geht der Ablauf zu Schritt S412 weiter.

In Schritt S412 wird bestimmt, ob der elektrische Stromwert  $I_{LPF1}$  unter 30 A liegt oder nicht. Wenn diese Bestimmung "JA" ist, geht der Ablauf zu Schritt S414 weiter, wo der elektrische Stromwert  $I_{LPF3}$  aus den elektrischen Stromwerten  $I_1$ ,  $I_{LPF2}$  und  $I_{LPF3}$  gewählt wird.

Dann wird auf der Basis des elektrischen Stromwerts  $I_{LPF3}$  und der Temperaturausgabe von dem VerzögerungsfILTER erster Ordnung 48 der Spannungswert (untere Grenzspannung) entsprechend der Restladung von 20% der Teilbatterie aus dem Kennfeld 56 erhalten (Schritt S416). Der erhaltene untere Grenzspannungswert wird in dem nicht gezeigten Register gespeichert, und der Ablauf kehrt zur Hauptroutine von Fig. 4 zurück. Der Prozess in Schritt S416 wird für jede der zehn Teilbatterien ausgeführt.

Wenn in Schritt S412 die Bestimmung "NEIN" ist, geht der Ablauf zu Schritt S418 weiter, wo der elektrische Stromwert  $I_{LPF1}$  aus den elektrischen Stromwerten  $I_1$ ,  $I_{LPF2}$  und  $I_{LPF3}$  gewählt wird.

Auf der Basis des elektrischen Stromwerts  $I_{LPF1}$  und der Temperaturausgabe von dem VerzögerungsfILTER erster Ordnung 48 wird der Spannungswert (untere Grenzspannung) entsprechend der Restladung von 20% der Teilbatterie aus dem Kennfeld 56 erhalten (Schritt S420). Der erhaltene untere Grenzspannungswert wird in dem nicht gezeigten Register gespeichert, und der Ablauf kehrt zur Hauptroutine von Fig. 4 zurück. Der Prozess in Schritt S420 wird für jede der zehn Teilbatterien durchgeführt.

Zumindest einer der Schritte S406, S410, S416 und S420 wird an dem Punkt des Prozesses abgeschlossen, zu dem bestimmt wird, ob die Restladung die Ober- oder Untergrenze erreicht (Schritt S50). Dieser Prozess wird durch den Komparator 58 und den Rücksetzer 60 in Fig. 2 mit einem Intervall von 1 sec wiederholt.

Fig. 8 ist ein Flussdiagramm des Prozesses zur Bestimmung, ob die Restladung die Ober- oder Untergrenze erreicht hat.

Obwohl in Fig. 8 vier Flussdiagramme gezeigt sind, wird eines der Flussdiagramme in Abhängigkeit vom Ergebnis der Abfrage der Grenzspannung für die Restladung im

Kennfeld in Fig. 7 gewählt. Das heißt, der Prozess des Flussdiagramms  $f_1$  in Fig. 8 folgt Schritt S406 in Fig. 7, der Prozess des Flussdiagramms  $f_2$  in Fig. 8 folgt Schritt S410 in Fig. 7, der Prozess des Flussdiagramms  $f_3$  in Fig. 8 folgt Schritt S416 in Fig. 7 und der Prozess des Flussdiagramms  $f_4$  in Fig. 8 folgt Schritt S420 in Fig. 7.

Das Bezugszeichen "C" in Fig. 8 bezeichnet einen Zählerwert zum Setzen der Restladung der Teilbatterie auf genau 80% oder 20%. Der von dem Verzögerungsfilter 50 erster Ordnung ausgegebene Spannungswert variiert mit dem Zeitverlauf. Sobald beispielsweise die Restladung den oberen Spannungswert  $V_{thH}$  überschreitet, kann die Spannung häufig sofort abfallen. Die Restladung in der Batterie 26 wird nicht sofort auf 80% gesetzt, wenn die Spannungswertausgabe von dem Verzögerungsfilter erster Ordnung 50 den oberen Spannungswert  $V_{thH}$  überschreitet. Die Restladung in der Batterie 26 wird nur dann auf 80% gesetzt, nachdem der Spannungswert von dem Verzögerungsfilter erster Ordnung 50 für eine vorbestimmte Zeit andauernd über dem oberen Spannungswert  $V_{thH}$  gelegen hat, um hierdurch die Erfassungsgenauigkeit der Restladung zu verbessern.

Zunächst wird der Prozess des Flussdiagramms  $f_1$  erläutert. Wenn der Prozess gestartet ist, wird der von dem Verzögerungsfilter erster Ordnung 50 ausgegebene Spannungswert  $V_{LPF1}$  mit dem oberen Grenzspannungswert  $V_{thH}$  verglichen, der im Schritt S406 in Fig. 7 erhalten wird (Schritt S500). Dieser Prozess wird für jeden der von den Teilbatterien ausgegebenen Spannungswerte durchgeführt. Wenn in Schritt S500 einer der Spannungswerte  $V_{LPF1}$  von den Teilbatterien über dem oberen Grenzspannungswert  $V_{thH}$  liegt, geht der Ablauf zu Schritt S502 weiter.

In Schritt S502 wird der Zählerwert C, der anfänglich null ist, inkrementiert. In Schritt S504 wird bestimmt, ob der Zählerwert 2 ist oder nicht. Wenn in Schritt S504 die Bestimmung "JA" ist, geht der Ablauf zu Schritt S506 weiter, wo die Restladung in der Batterie 26 auf 80% gesetzt wird (es wird der Rücksetzprozess durchgeführt).

Wenn in Schritt S500 alle Spannungswerte  $V_{LPF1}$  der Teilbatterien unter dem oberen Grenzspannungswert  $V_{thH}$  liegen, geht der Ablauf zu Schritt S508 weiter, wo der Zählerwert C auf null gesetzt wird.

Wenn der Prozess in Schritt S506 oder S508 abgeschlossen ist oder wenn in Schritt S504 die Bestimmung "NEIN" ist, ist die Restladung gleich oder unter 80%. Dann wird der integrierte Wert von dem Integrator 54 als die Restladung in der Batterie 26 verwendet, die Restladung wird nicht rückgesetzt und der Ablauf kehrt zur Hauptroutine von Fig. 4 zurück.

Nun wird der Prozess des Flussdiagramms  $f_2$  erläutert. Wenn der Prozess gestartet ist, wird der von dem Verzögerungsfilter erster Ordnung 50 ausgegebene Spannungswert  $V_{LPF2}$  mit dem oberen Grenzspannungswert  $V_{thH}$  verglichen, der in Schritt S410 in Fig. 7 erhalten ist (Schritt S510). Unter Bezug auf Fig. 2 variiert hier der Zeitkonstantenänderer 52 die Zeitkonstante des Verzögerungsfilters 50 erster Ordnung, und der Spannungswert wird durch den Filterprozess mit der Zeitkonstanten erhalten, der in Abhängigkeit von der Änderungsrate der Spannung variiert, und zwar in einer ähnlichen Weise wie beim Prozess für die Ströme. Dieser Prozess wird für jeden der von den Teilbatterien ausgegebenen Spannungswerte ausgeführt. Wenn in Schritt S510 einer der Spannungswerte  $V_{LPF2}$  von den Teilbatterien über dem oberen Grenzspannungswert  $V_{thH}$  liegt, geht der Ablauf zu Schritt S512 weiter.

In Schritt S512 wird der Zählerwert C, der anfänglich null ist, inkrementiert. In Schritt S514 wird bestimmt, ob der Zählerwert C ist oder nicht. Während im Flussdiagramm  $f_1$  bestimmt wird, ob der Zählerwert C 2 ist oder nicht, wird im

Flussdiagramm  $f_2$  bestimmt, ob der Zählerwert 10 ist, also größer als 2. Der Grund hierfür ist, dass, weil die Änderungsrate des elektrischen Stromwerts  $I_{LPF1}$  in Schritt S402 in Fig. 7 klein ist, die Änderungsrate der Batterie 26 in einer Einheitszeit klein ist, und es wird genau erfasst, dass die Restladung der Batterie 26 80% erreicht hat.

Wenn in Schritt S514 die Bestimmung "JA" ist, geht der Ablauf zu Schritt S516 weiter, wo die Restladung in der Batterie 26 auf 80% gesetzt wird (es wird der Rücksetzprozess durchgeführt).

Wenn in Schritt S510 alle Spannungswerte  $V_{LPF2}$  der Teilbatterien unter dem oberen Grenzspannungswert  $V_{thH}$  liegen, geht der Ablauf zu Schritt S518 weiter, wo der Zählerwert C auf 0 gesetzt wird.

Wenn der Prozess in Schritt S516 oder S518 abgeschlossen ist, oder wenn in Schritt S514 die Bestimmung "NEIN" vorliegt, ist die Restladung gleich oder niedriger als 80%. Dann wird der integrierte Wert von dem Integrator 54 als die Restladung der Batterie 26 verwendet, die Restladung wird nicht rückgesetzt und der Ablauf kehrt zur Hauptroutine von Fig. 4 zurück.

Nun wird der Prozess des Flussdiagramms  $f_3$  erläutert. Wenn der Prozess gestartet ist, wird der von dem Verzögerungsfilter 50 erster Ordnung ausgegebene Spannungswert  $V_{LPF3}$  mit dem unteren Grenzspannungswert  $V_{thL}$  verglichen, der in Schritt S410 in Fig. 7 erhalten ist (Schritt S520). Dieser Prozess wird für jeden der von den Teilbatterien ausgegebenen Spannungswerte durchgeführt. Wenn in Schritt S520 einer der Spannungswerte  $V_{LPF3}$  von den Teilbatterien unter dem unteren Grenzspannungswert  $V_{thL}$  liegt, geht der Ablauf zu Schritt S522 weiter.

In Schritt S522 wird der Zählerwert C, der anfänglich null ist, inkrementiert. In Schritt S524 wird bestimmt, ob der Zählerwert 10 ist oder nicht. Der Grund hierfür ist dasselbe, wie in Bezug auf das Flussdiagramm  $f_2$  erläutert.

Wenn in Schritt S524 die Bestimmung "JA" ist, geht der Ablauf zu Schritt S526 weiter, wo die Restladung der Batterie 26 auf 20% gesetzt wird (der Rücksetzprozess durchgeführt wird).

Wenn in Schritt S520 alle Spannungswerte  $V_{LPF3}$  der Teilbatterien über dem unteren Grenzspannungswert  $V_{thL}$  liegen, geht der Ablauf zu Schritt S528 weiter, wo der Zählerwert C auf 0 gesetzt wird.

Wenn der Prozess in Schritt S526 oder S528 abgeschlossen ist, oder wenn in Schritt S524 die Bestimmung "NEIN" ist, ist die Restladung gleich oder mehr als 20%. Dann wird der integrierte Wert von dem Integrator 54 als die Restladung der Batterie 26 verwendet, die Restladung wird nicht rückgesetzt und der Ablauf kehrt zur Hauptroutine von Fig. 4 zurück.

Hier wird nun der Prozess des Flussdiagramms  $f_4$  erläutert. Wenn der Prozess gestartet ist, wird der von dem Verzögerungsfilter 50 erster Ordnung ausgegebene Spannungswert  $V_{LPF1}$  mit dem unteren Grenzspannungswert  $V_{thL}$  verglichen, der in Schritt S410 in Fig. 7 erhalten ist (Schritt S530). Dieser Prozess wird für jeden der von den Teilbatterien ausgegebenen Spannungswerte durchgeführt. Wenn in Schritt S530 einer der Spannungswerte  $V_{LPF1}$  von den Teilbatterien unter dem unteren Grenzspannungswert  $V_{thL}$  liegt, geht der Ablauf zu Schritt S532 weiter.

In Schritt S532 wird der Zählerwert C, der anfänglich null ist, inkrementiert. In Schritt S534 wird bestimmt, ob der Zählerwert 2 ist oder nicht. Der Grund für den Vergleich des Zählerwerts mit 2 ist, dass, weil der Absolutwert in Schritt S412 hoch ist, die Änderungsrate der Batterie 26 pro Zeiteinheit hoch ist.

Wenn in Schritt S534 die Bestimmung "JA" vorliegt, geht der Ablauf zu Schritt S536 weiter, wo die Restladung der

Batterie 26 auf 20% gesetzt wird (der Rücksetzprozess durchgeführt wird).

Wenn in Schritt S530 alle Spannungswerte  $V_{LPF3}$  der Teilbatterien über dem unteren Grenzspannungswert  $V_{thL}$  liegen, geht der Ablauf zu Schritt S538 weiter, wo der Zählerwert C auf 0 gesetzt wird. 5

Wenn der Prozess in Schritt S536 oder S538 abgeschlossen ist, oder wenn in Schritt S534 die Bestimmung "NEIN" vorliegt, ist die Restladung gleich oder mehr als 20%. Dann wird der integrierte Wert von dem Integrator 54 als die Restladung der Batterie 26 verwendet, die Restladung wird nicht rückgesetzt und der Ablauf kehrt zur Hauptroutine von Fig. 4 zurück.

Der Prozess zur Bestimmung, ob die Restladung die Ober- oder Untergrenze erreicht, wird abgeschlossen, und die Restladung wird erfasst. Die erhaltene Restladung wird von dem Batteriemonitor 32 durch die Signalleitung 32a an die Motorsteuereinrichtung 22 ausgegeben. Beim Erhalt der Restladung gibt die Motorsteuereinrichtung 22 diese durch die Signalleitung 22a an die Maschinensteuereinrichtung 18 aus, sowie auch an die Restladungsanzeige 36. Die Restladungsanzeige 36 stellt die erhaltene Restladung als numerischen Wert oder grafisch dar. 15

## Patentansprüche

25

1. Vorrichtung zum Erfassen der Restladung in einer Batterie (26), umfassend:
  - einen Stromdetektor (30, 40) zum Erfassen einer elektrischen Stromausgabe von der Batterie (26) und eines regenerativen elektrischen Stroms zu der Batterie (26);
  - einen Spannungsdetektor (44) zum Erfassen einer Ausgangsspannung von der Batterie;
  - einen Tiefpassfilter (46, 48, 50) zum Filtern der Ergebnisse der Erfassung durch den Stromdetektor und den Spannungsdetektor;
  - einen Zeitkonstantenänderer (52) zum Ändern der Zeitkonstante des Tiefpassfilters;
  - einen Integrator (54) zum Berechnen der Restladung der Batterie durch Integrieren des Ergebnisses der Erfassung durch den Stromdetektor;
  - einen Schwellenspannungsrechner (56) zum Berechnen eines Schwellenspannungswerts entsprechend einem spezifischen Wert der Restladung auf der Basis des von dem Filter gefilterten elektrischen Stromwerts;
  - einen Komparator (58) zum Vergleichen des vom Schwellenspannungsrechner berechneten Schwellenspannungswerts mit dem vom Filter gefilterten Spannungswert; und
  - einen Rücksetzer (60) zum Rücksetzen der Restladung auf den spezifischen Wert, wenn der gefilterte Spannungswert den Schwellenspannungswert überschreitet.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Zeitkonstantenänderer (52) die Zeitkonstante senkt, wenn die elektrische Stromstärke hoch ist. 55
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Mehrzahl der Tiefpassfilter (46, 48, 50) mit unterschiedlichen Zeitkonstanten elektrische Ströme ausgibt und dass der Zeitkonstantenänderer (52) einen der elektrischen Ströme wählt.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Integrator (54) den erfassten Stromwert mit einer Ladeeffizienz ( $\eta$ ), die das Verhältnis eines in die Batterie (26) fließenden elektrischen Stroms zu einer tatsächlich in der Batterie gespeicherten Ladung ist, mit dem darin fließenden elektrischen Strom multipliziert. 65

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Integrator (54) die Ladeeffizienz ( $\eta$ ) in einem Kennfeld auf der Basis der Temperatur der Batterie und der Restladung abfragt.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwellenspannungsrechner (56) den Schwellenspannungswert in einem Kennfeld auf der Basis der Temperatur der Batterie und einem elektrischen Lade- oder Entladestrom abfragt.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwellenspannungsrechner (56) eine obere Schwellenspannung entsprechend einer Obergrenze der Restladung als den spezifischen Wert berechnet und eine untere Schwellenspannung entsprechend einer Untergrenze der Restladung als den spezifischen Wert berechnet.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Komparator (58) den Vergleich des Schwellenspannungswerts mit dem gefilterten Spannungswert wiederholt und dass der Rücksetzer (60) die Restladung auf den spezifischen Wert rücksetzt, wenn die Wiederholung eine vorbestimmte Anzahl erreicht.

9. Verfahren zum Erfassen der Restladung einer Batterie (26), umfassend die Schritte:

Erfassen einer elektrischen Stromausgabe von der Batterie (26) und eines regenerativen elektrischen Stroms zu der Batterie (26);

Erfassen einer Ausgangsspannung von der Batterie (26);

Filtern der Ergebnisse der Erfassung durch den Stromdetektor (30, 40) und den Spannungsdetektor (44) durch einen Tiefpassfilter (46, 48, 50);

Ändern einer Zeitkonstanten des Tiefpassfilters (46, 48, 50);

Berechnen der Restladung der Batterie (26) durch Integrieren des Ergebnisses von dem Stromdetektor (30, 40);

Berechnen eines Schwellenspannungswerts entsprechend einem spezifischen Wert der Restladung auf der Basis des von dem Filter (46, 48, 50) gefilterten elektrischen Stromwerts;

Vergleichen des berechneten Schwellenspannungswerts mit dem gefilterten Spannungswert; und Setzen der Restladung auf den spezifischen Wert, wenn der gefilterte Spannungswert den Schwellenspannungswert überschreitet.

10. Verfahren nach Anspruch 9, gekennzeichnet durch den Schritt des Verkleinerns der Zeitkonstanten, wenn die elektrische Stromstärke hoch ist.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt des Änderns der Zeitkonstanten die Schritte aufweist:

Ausgeben elektrischer Ströme von einer Mehrzahl von Tiefpassfiltern (46, 48, 50) mit unterschiedlichen Zeitkonstanten; und

Wählen eines der elektrischen Ströme.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt des Berechnens der Restladung den Schritt umfasst, den erfassten Stromwert mit einer Ladeeffizienz ( $\eta$ ), die das Verhältnis eines in die Batterie (26) fließenden elektrischen Stroms zu einer tatsächlich in der Batterie gespeicherten Ladung ist, mit dem darin fließenden elektrischen Strom zu multiplizieren.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt des Berechnens der Restla-

dung den Schritt umfasst, die Ladeeffizienz ( $\eta$ ) in einem Kennfeld auf der Basis der Temperatur der Batterie und einer Restladung abzufragen.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt der Berechnung des Schwellenspannungswerts den Schritt umfasst, den Schwellenspannungswert in einem Kennfeld auf der Basis der Temperatur der Batterie und eines elektrischen Lade- und Entladestroms abzufragen.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt der Berechnung des Schwellenspannungswerts den Schritt umfasst, eine obere Schwellenspannung entsprechend einer Obergrenze der Restladung als den spezifischen Wert zu berechnen und eine untere Schwellenspannung entsprechend einer Untergrenze der Restladung als den spezifischen Wert zu berechnen.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 15, gekennzeichnet durch die Schritte:  
Wiederholen des Vergleichs des Schwellenspannungswerts mit dem gefilterten Spannungswert; und  
Setzen der Restladung auf den spezifischen Wert, wenn die Wiederholung eine vorbestimmte Anzahl erreicht.

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

**- Leerseite -**

FIG.1

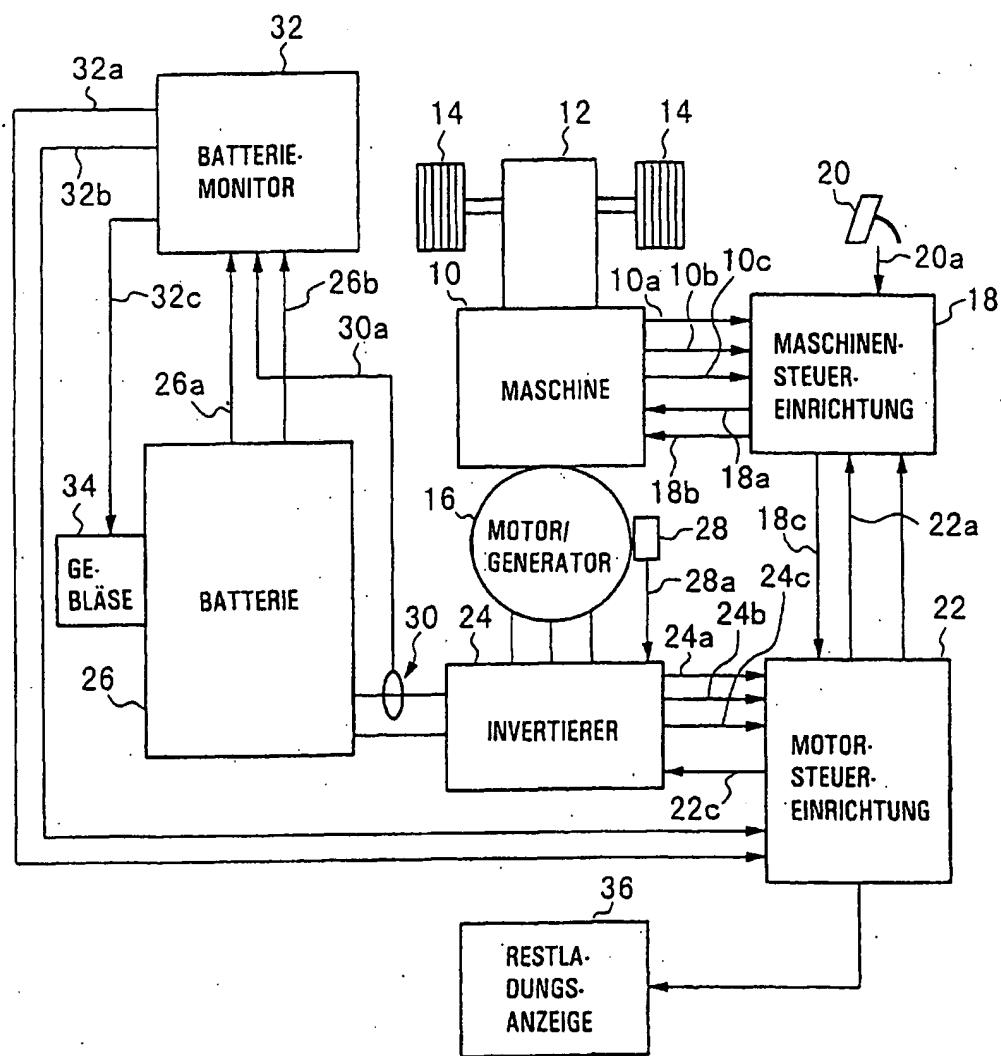


FIG.2

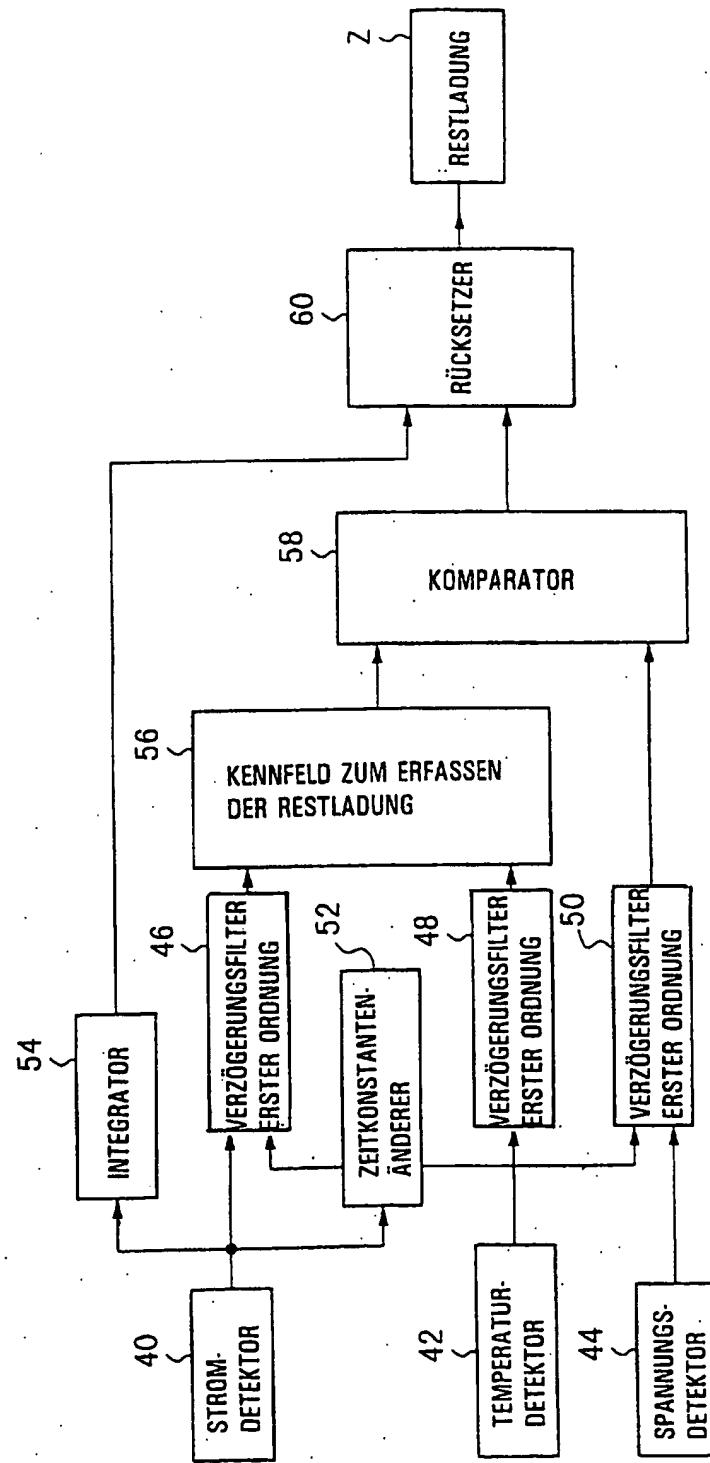


FIG.3A

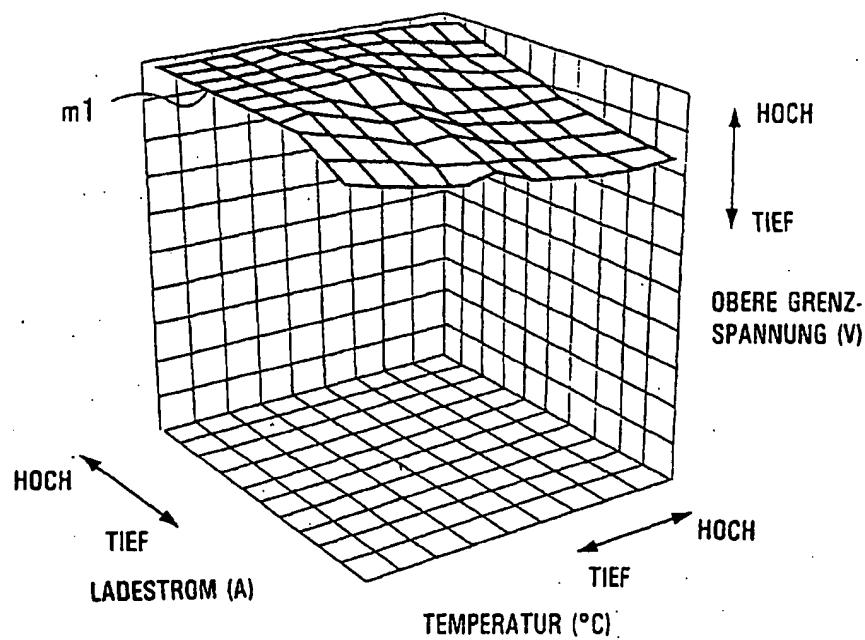


FIG.3B

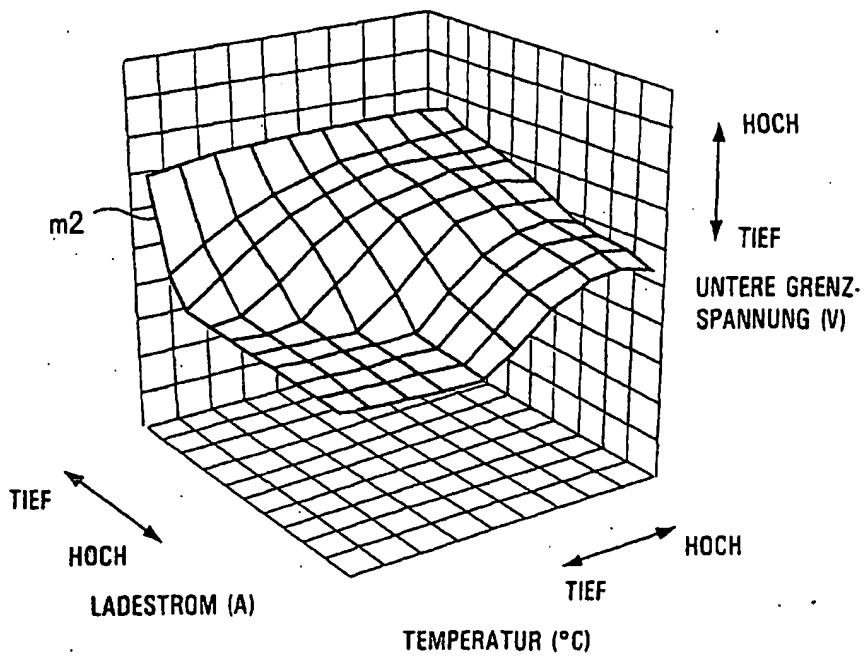


FIG.4

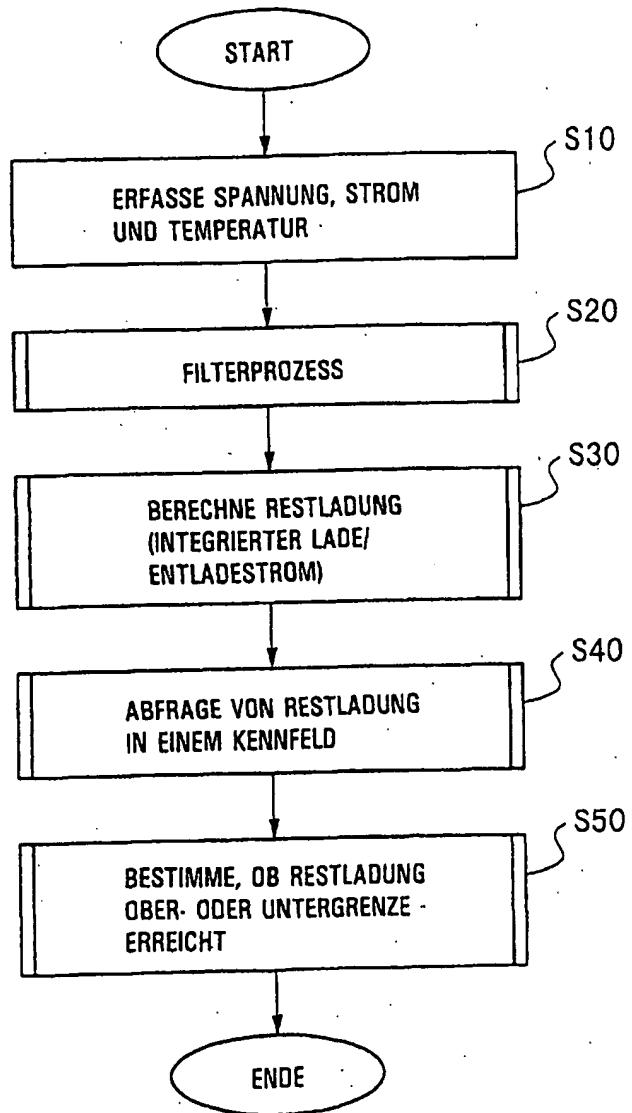


FIG.5

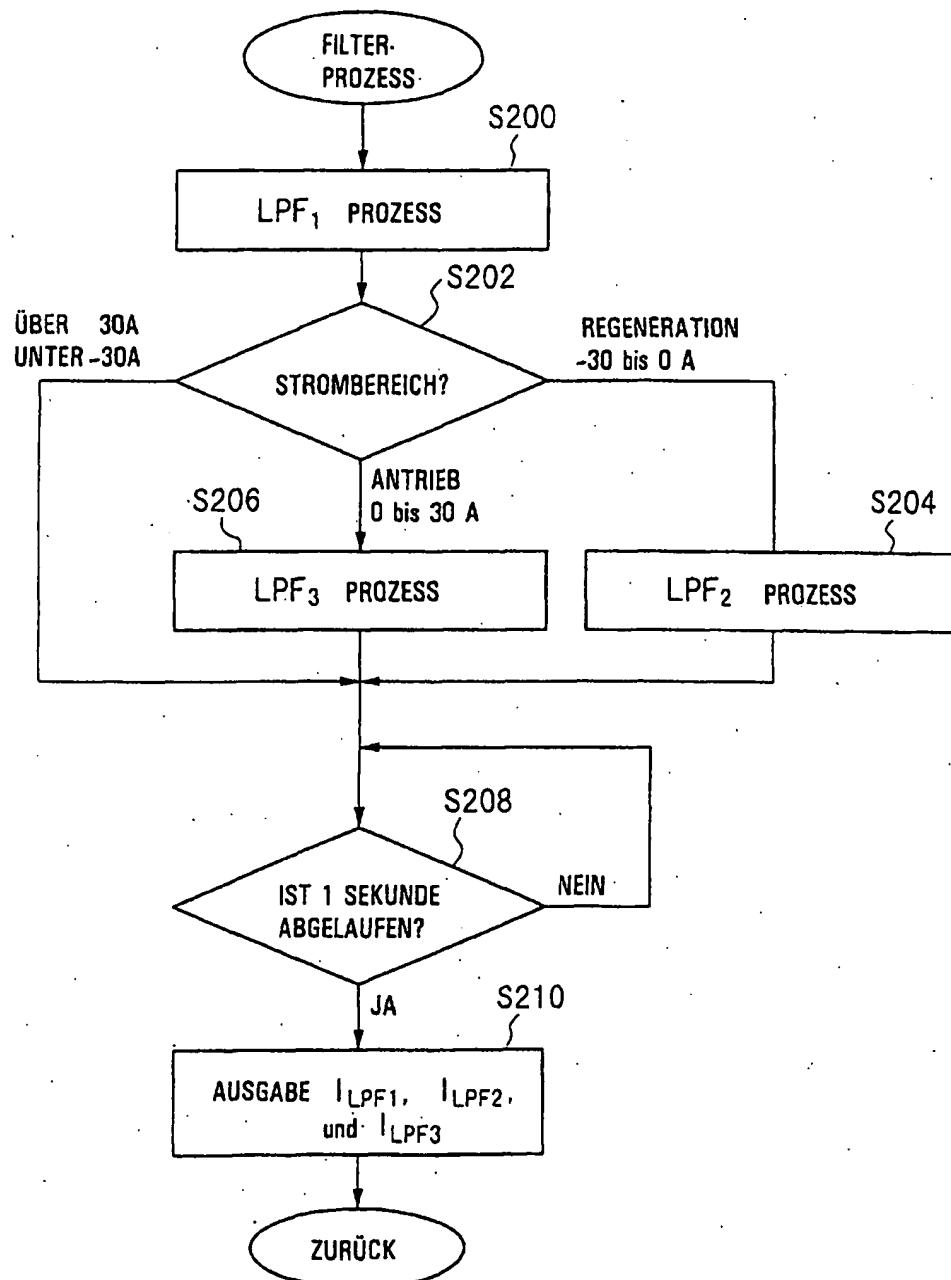


FIG.6

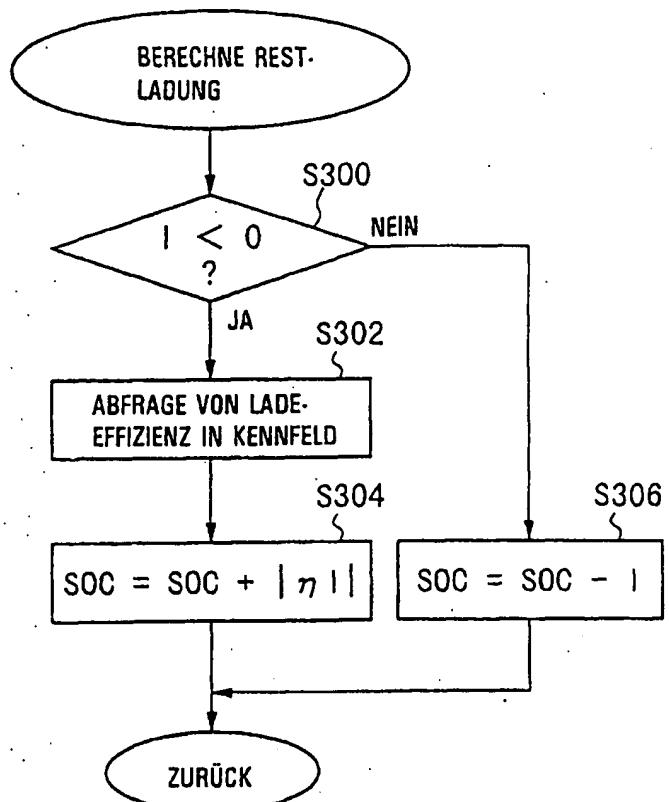
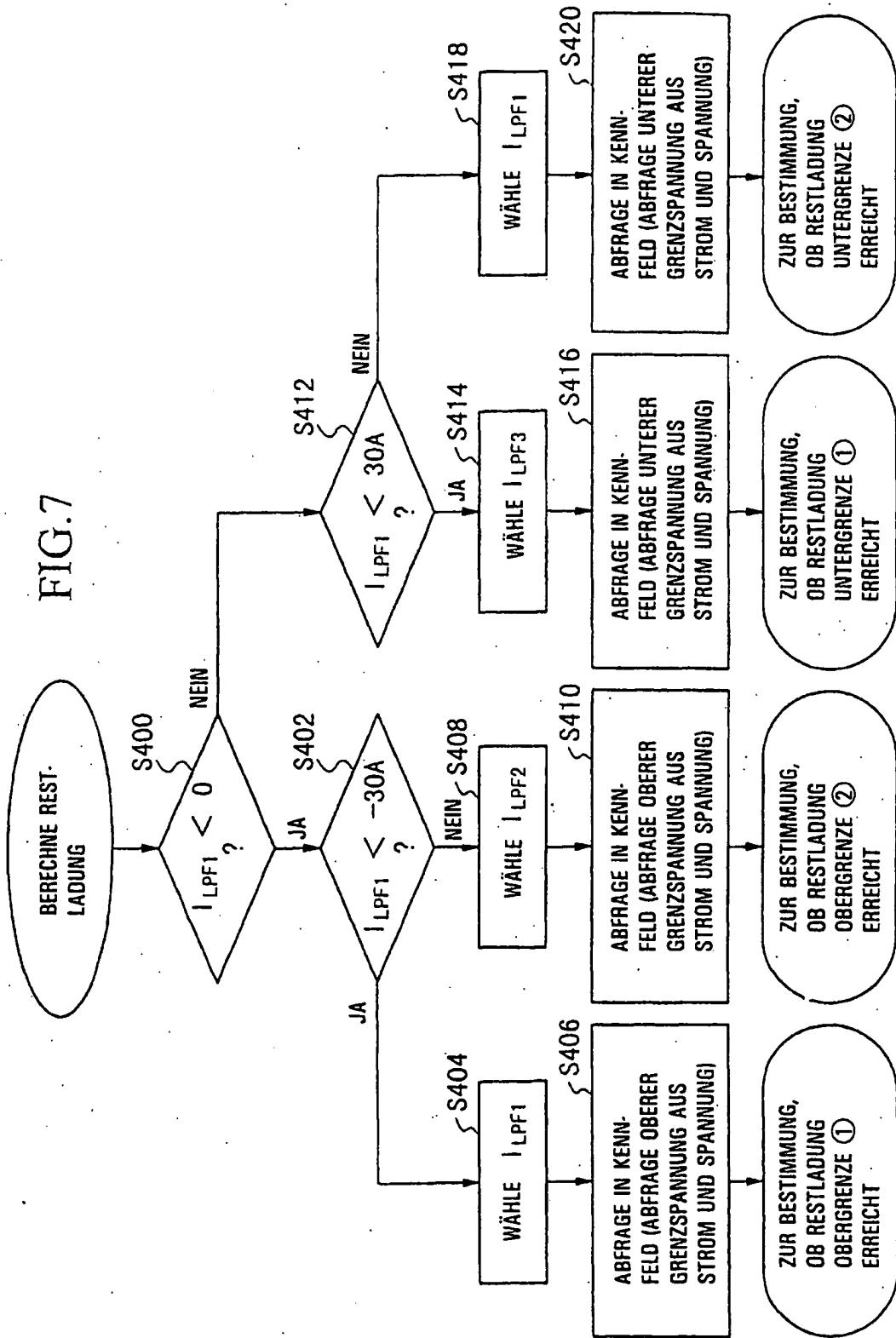


FIG.7



EIG. 8.

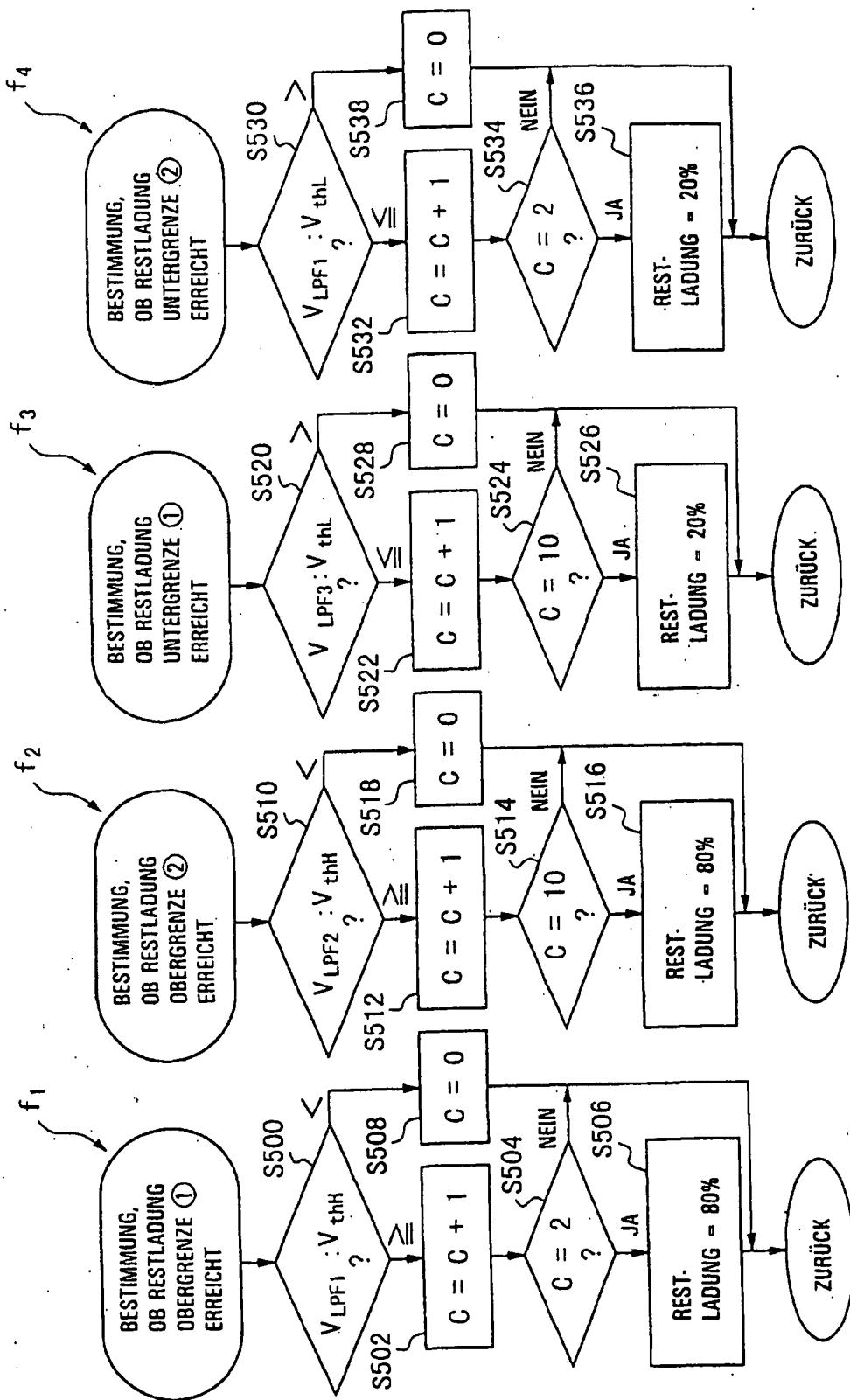
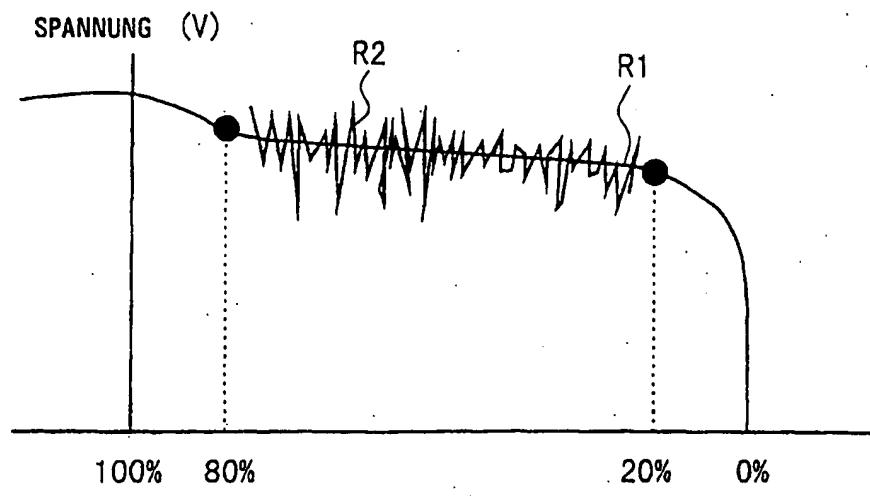


FIG.9



RESTLADUNG DER BATTERIE

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**